

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2003 年 11 月 6 日 (06.11.2003)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 03/092020 A1

(51) 国際特許分類<sup>7</sup>:  
B22F 3/00, 3/03, B30B 11/00, 11/02

H01F 41/02,

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP03/04951

(22) 国際出願日: 2003 年 4 月 18 日 (18.04.2003)

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 鵜飼 義一 (UGAI, Yoshikazu) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 石見 泰造 (IWAMI, Taizo) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 中原 裕治 (NAKAHARA, Yuji) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 尾関 靖夫

(25) 国際出願の言語: 日本語

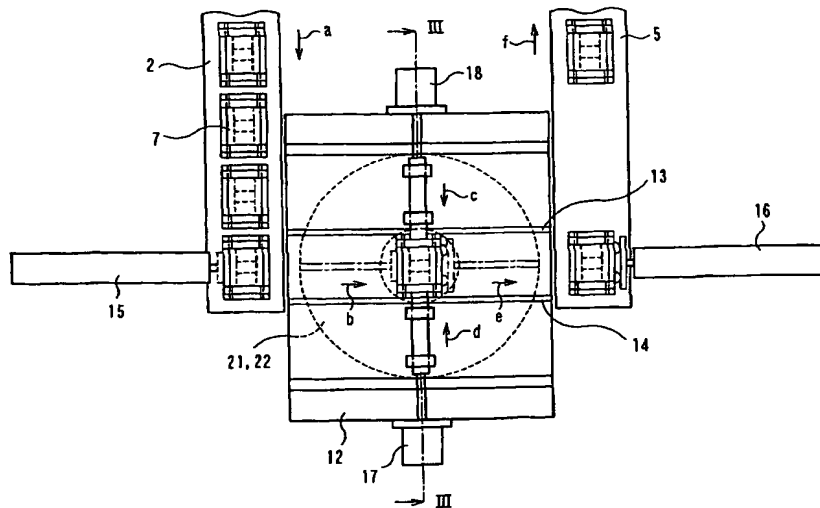
(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:  
特願2002-121528 2002 年 4 月 24 日 (24.04.2002) JP

[続葉有]

(54) Title: PERMANENT MAGNET FORMING DEVICE

(54) 発明の名称: 永久磁石成形装置



(57) Abstract: A permanent magnet forming device capable of increasing a productivity and a reliability, comprising a portable metal mold (7) having a die with a cavity formed in a specified cross sectional shape and filled with magnet material forming powder which is formed in the surface thereof in groove shape extendedly in a specified direction, a cover member disposed so as to cover the cavity, and a pair of punches having the same cross sectional shape as that of the cavity, fitted into the cavity from both end sides, and capable of slidably moving in directions for moving close to and apart from each other, pressurizing means (17, 18) holding the transported metal mold (7) with the magnetic material forming powder filled in the cavity and pressurizing the magnetic material forming powder by driving both punches to slidably move the punches in the direction for moving the punches close to each other, and magnetic field generating means (21, 22) for orienting the pressurized magnetic material forming powder by applying magnetic field thereto in a direction orthogonal to a pressurizing direction.

(57) 要約: この発明は、永久磁石成形装置に関するものであり、永久磁石成形装置において、生産性および信頼性の向上を図ることを目的とする。この発明は、所望の断面形状を有し磁石材料成形用粉末が充填されるキャビティが表面所定方向に溝状に延在して形成されたダイ、キャビティを覆うように配置された蓋部材、及びキャビティと同様の

[続葉有]

WO 03/092020 A1



(OZEKI, Yasuo) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

(74) 代理人: 児玉 俊英, 外(KODAMA, Toshihide et al.); 〒664-0858 兵庫県伊丹市西台1丁目6番13号伊丹コアビル5階 Hyogo (JP).

添付公開書類:  
— 国際調査報告書

(81) 指定国 (国内): CN, JP, KR, US.

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

断面形状を有し、キャビティ内に両端側から嵌合し接離する方向に摺動可能な一対のパンチを具備し搬送可能な金型(7)と、キャビティ内に磁石材料成形用粉末が充填されて搬送された金型(7)を保持し、両パンチを駆動させて接近する方向に摺動させ磁石材料成形用粉末を加圧する加圧手段(17, 18)と、加圧される磁石材料成形用粉末に加圧方向と直交する方向に磁場をかけながら配向を行う磁場発生手段(21, 22)とを備える。

## 明 細 書

## 永久磁石成形装置

## 5 技術分野

この発明は、磁石材料成形用粉末が充填された複数の金型を順次搬送して、金型内の磁石材料成形用粉末を加圧するとともに、加圧方向と直交する方向に磁場をかけながら配向を行って永久磁石成形品を成形する永久磁石成形装置に関するものである。

10

## 背景技術

一般に、従来の永久磁石成形装置は、図示はしないが例えば特開平 7-115030 号公報等の開示されるように、キャビティが形成されたダイ及びこのダイと対向して配置されたパンチからなる金型のキャビティ内に磁石材料成形用粉末を充填し、この磁石材料成形用粉末に金型の  
15 周辺に配設された一対のコイルにより磁場をかけて配向を行いながら、パンチによりプレス加工を施すように構成されている。

従来の永久磁石成形装置は以上のように構成され、永久磁石成形品が成形されると金型から取り出し、空になったキャビティ内に磁石材料成形用粉末を充填するという動作を交互に繰り返すことにより、順次永久  
20 磁石成形品を製造するようにしているので、磁石材料成形用粉末を充填している間は、配向及びプレス加工動作を中断しなければならない。そのため生産性が低下する。又、磁場のかかる領域で磁石材料成形用粉末の充填を行っており、磁場が充填作業に影響するため作業性が悪く磁石  
25 材料成形用粉末の充填量にばらつきが発生し、信頼性が低下する等という問題点があった。

この発明は上記のような問題点を解消するためになされたもので、生産性及び信頼性の向上を図ることが可能な永久磁石成形装置を提供することを目的とするものである。

## 5 発明の開示

この発明の第 1 の永久磁石成形装置は、所望の断面形状を有し磁石材料成形用粉末が充填されるキャビティが表面所定の方に溝状に延在して形成されたダイ、上記キャビティを覆うように上記ダイの合わせ面に合わせられた蓋部材、及び上記キャビティと同様の断面形状を有し、上記キャビティ内に嵌合して上記キャビティの両端側をせき止めるように配置され接離する方向に摺動可能な一対のパンチを具備するとともに、搬送可能な金型と、

上記キャビティ内に上記磁石材料成形用粉末が充填されて搬送された金型を保持し、上記両パンチを駆動させることにより上記両パンチ同士を接近する方向に摺動させ上記磁石材料成形用粉末を加圧する加圧手段と、

上記キャビティ内で加圧される磁石材料成形用粉末に上記加圧方向と直交する方向に磁場をかけながら配向を行う磁場発生手段とを備えたものである。

これにより、生産性および信頼性の向上を図ることが可能な永久磁石成形装置を提供することができる。

この発明の第 2 の永久磁石成形装置は、上記第 1 の永久磁石成形装置において、上記磁場発生手段は、上記金型の蓋部材上面及びダイ下面側に配設された一対のヨークと上記ヨークの少なくとも一方に巻回されたコイルとを備え、上記ヨークは上記金型の蓋部材及びダイの上記合わせ面方向に移動可能であるものである。

これによれば、ヨークを金型に密着させ配向磁場を大きく、均一にすることができる。

この発明の第 3 の永久磁石成形装置は、上記第 2 の永久磁石成形装置において、上記一对のヨークは上記コイルが作動したときに相互に吸引  
5 され、上記蓋部材及びダイを挟み込んで上記合わせ面を加圧するものである。

これによれば、合わせ面を加圧するための、複雑な機構あるいは大型の機構を設ける必要がなくなる。

この発明の第 4 の永久磁石成形装置は、上記第 1 の永久磁石成形装置  
10 において、上記金型は、上記合わせ面の一部に 0.01～0.1mm の隙間を有するものである。

これによれば、金型のキャビティ内にある気体をスムーズに排出することができるので、成形体の割れ、欠け等の欠陥が減少する。

この発明の第 5 の永久磁石成形装置は、上記第 1 の永久磁石成形装置  
15 において、上記金型は、上記ダイを配設する台枠を備え、上記一对のパンチは、一端側に上記加圧手段によって押圧されて上記台枠上を上記キャビティの延在方向に摺動案内される押圧部を有するものである。

これにより、生産性の向上を図ることが可能な永久磁石成形装置を提供することができる。

20 この発明の第 6 の永久磁石成形装置は、上記第 5 の永久磁石成形装置において、上記加圧手段は、上記キャビティの延在する方向に配置され、上記パンチの押圧部の端面と対向してピストンが突出することにより上記押圧部を押圧し上記パンチを互いに接近する方向に摺動させる一对のシリンダであるものである。

25 これにより、生産性の向上は勿論のこと、コストの低減を図ることが可能な永久磁石成形装置を提供することができる。

この発明の第 7 の永久磁石成形装置は、上記第 5 の永久磁石成形装置において、上記台枠に係合する係合部材を有し、上記係合部材はキャビティの延在方向に摺動可能に係合され、上記蓋部材は上記台枠と上記係合部材との係合部を介して上記ダイに押しつけられ、保持されているものである。

これによればさらに生産性の向上を図ることが可能な永久磁石成形装置を提供することができる。

この発明の第 8 の永久磁石成形装置は、上記第 7 の永久磁石成形装置において、上記係合部材は摺動方向に 2 分割されているものである。

これによれば、さらに生産性の向上を図ることが可能な永久磁石成形装置を提供することができる。

この発明の第 9 の永久磁石成形装置は、上記第 1 の永久磁石成形装置において、上記金型は、上記ダイを配設する台枠を備え、上記一対のパンチは、一端側に上記加圧手段によって押圧されて上記台枠上を上記キャビティの延在方向に摺動案内される押圧部を有し、上記押圧部は回転可能に配置されたローラを備えたものである。

これによれば、生産性の向上を図ることが可能な永久磁石成形装置を提供することができる。

この発明の第 10 の永久磁石成形装置は、上記第 9 の永久磁石成形装置において、上記加圧手段は、上記ローラを案内する第 1 の案内面とこの第 1 の案内面に連続して形成された第 2 の案内面とを有し、上記第 2 の案内面間の距離が上記第 1 の案内面間の距離よりも小さく、上記第 2 の案内面が上記ローラを押圧して上記パンチを互いに接近する方向に摺動させるものである。

これによれば、生産性の向上は勿論のこと、さらにコストの低減を図ることが可能な永久磁石成形装置を提供することができる。

この発明の第 1 1 の永久磁石成形装置は、上記第 9 の永久磁石成形装置において、上記台枠に係合する係合部材を有し、上記係合部材はキャビティの延在方向に摺動可能に係合され、上記蓋部材は上記台枠と上記係合部材との係合部を介して上記ダイに押しつけられ、保持されているものである。

これによればさらに生産性の向上を図ることが可能な永久磁石成形装置を提供することができる。

この発明の第 1 2 の永久磁石成形装置は、上記第 1 1 の永久磁石成形装置において、上記係合部材は摺動方向に 2 分割されているものである。

これによれば、さらに生産性の向上を図ることが可能な永久磁石成形装置を提供することができる。

#### 図面の簡単な説明

第 1 図はこの発明の実施の形態 1 における永久磁石成形装置の構成を示す平面図である。

第 2 図は第 1 図における金型の構成を示し、(A) は平面図、(B) は正面図である。

第 3 図は第 2 図における線 V-V に沿った断面を示す断面図である。

第 4 図は第 2 図における線 VI-VI に沿った断面を示す断面図である。

第 5 図は第 1 図における線 III-III に沿った断面を示す断面図である。

第 6 図は第 1 図における永久磁石成形装置の製造工程の前段及び後段の工程を示す図である。

第 7 図はこの発明の実施の形態 2 における永久磁石成形装置の構成を示す平面図である。

第 8 図は第 7 図における線 VIII-VIII に沿った断面を示す断面図である。

第 9 図は第 7 図に示す金型の構成を示し、(A) は平面図、(B) は正面図である。

第 10 図は第 9 図における線 X-X に沿った断面を示す断面図である。

第 11 図は第 9 図における線 XI-XI に沿った断面を示す断面図である。

第 12 図はこの発明の実施の形態 3 における永久磁石成形装置の金型の構成を示す平面図である。

第 13 図は第 12 図における線 XIII-XIII に沿う断面を示す断面図である。

第 14 図は第 12 図における線 XIII-XIII に沿う断面の断面図であり、第 13 図における構成と異なる構成を示す。

第 15 図はこの発明の実施の形態 4 における永久磁石成形装置の金型に設けた係合部材の動作を示す図である。

第 16 図はこの発明の実施の形態 5 における永久磁石成形装置の構成を示す断面図である。

第 17 図はこの発明の実施の形態 5 における永久磁石成形装置の動作を説明する断面図である。

第 18 図はこの発明の実施の形態 5 における永久磁石成形装置の動作を説明する断面図である。

第 19 図はこの発明の実施の形態 5 における永久磁石成形装置の金型を示す平面図 (a)、正面図 (b) 及び側面図 (c) である。

発明を実施するための最良の形態

以下、この発明の各実施の形態を図に基づいて説明する。

実施の形態 1.

第 1 図はこの発明の実施の形態 1 における永久磁石成形装置の構成



を示す平面図、第 2 図は第 1 図における金型の構成を示し、(A) は平面図、(B) は正面図、第 3 図は第 2 図における線 V-V に沿った断面を示す断面図、第 4 図は第 2 図における線 VI-VI に沿った断面を示す断面図、第 5 図は第 1 図における線 III-III に沿った断面を示す断面図、第 6 図は第 1 図における永久磁石成形装置の製造工程の前段及び後段の工程を示す図である。

この実施の形態における永久磁石成形装置は、第 1 図に示したように、磁石材料成形用粉末が充填された金型 7 を搬送する第 2 のベルトコンベア 2 と、充填された磁石材料成形用粉末が成形された後の金型 7 を搬送する第 4 のベルトコンベア 5 と、第 2 のベルトコンベア 2 と第 4 のベルトコンベア 5 との間に配設された架台 1 2 と、第 1 のシリンダ 1 5 及び第 2 のシリンダ 1 6 と、架台 1 2 に設置されたコイル 2 1, 2 2、加圧シリンダ 1 7, 1 8 及び金型 7 を案内する案内板 1 3、1 4 とを備えている。

第 1 のシリンダ 1 5 は、磁石材料成形用粉末が充填された金型 7 を第 2 のベルトコンベア 2 から加圧シリンダ 1 7, 1 8 が加圧する位置まで移動させるために設けたものであり、第 2 のシリンダ 1 6 は、配向が施され、磁石材料成形用粉末が成形された後の金型 7 を第 4 のベルトコンベア 5 まで移動させるために設けたものであり、金型 7 は案内板 1 3, 1 4 にガイドされて移動する。

第 2 図、第 3 図及び第 4 図に示したように、金型 7 は、断面コ字状の第 1 の部材 8 a 及び、この第 1 の部材 8 a の四隅に固着される矩形状の第 2 の部材 8 b でなる台枠 8 と、永久磁石成形品 6 と同様の断面形状を有するキャビティ 9 a が、表面所定の方に溝状に端面まで延在して形成され、台枠 8 の中央部に配設されたダイ 9 と、このダイ 9 上にキャビティ 9 a を覆うように配設された蓋部材 1 0 と、一端側に

押圧部 11a を有して他端側にキャビティ 9a と同様の断面形状をした成形部 11b を有する一対のパンチ 11 とで構成されている。押圧部 11a は台枠 8 上及び台枠 8 の両部材 8a、8b 間を摺動してキャビティ 9a の延在方向に案内され、成形部 11b はキャビティ 9a 内に嵌合してキャビティ 9a の両端側を、それぞれせき止めるように摺動する。

第 5 図に示したように、架台 12 は断面口字状に形成されている。加圧シリンダ 17、18 及び磁場発生手段としての一対のコイル 21、22 が架台 12 に固定されている。加圧シリンダ 17、18 は加圧手段であり、第 1 のシリンダ 15 によって所定の位置に搬入された金型 7 のキャビティ 9a が延在する方向に配置され、加圧シリンダ 17、18 が動作すると、ピストンが押圧棒 20 を押し、押圧棒 20 は案内部材 19 を摺動して両パンチ 11 の押圧部 11a を押し、両パンチ 11 を互いに接近する方向に摺動させる。コイル 21、22 は、両パンチ 11 を介して加圧されるキャビティ 9a 内の磁石材料成形用粉末 3 に、加圧方向と直交する方向に磁場をかける磁場発生手段であり、磁石材料成形用粉末 3 を、加圧方向と直交する方向に配向させる。

次に、上記のように構成される永久磁石成形装置の動作を図に基づいて説明する。

まず、前段の工程として、第 6 図 (A) に示したように、第 1 のベルトコンベア 1 上に矢印 a で示す位置において、磁石材料成形用粉末 3 がダイ 9 のキャビティ 9a の大きさに適した所定の量だけ抽出される。次いで、矢印 b で示す位置において、この磁石材料成形用粉末 3 はキャビティ 9a 内に充填された後、矢印 c で示す位置において、くまなく一様な状態に整えられる。次いで、矢印 d で示す位置において、ダイ 9 の上方を蓋部材 10 で覆うことによりキャビティ 9a は閉塞さ

れる。そして、このようにしてキャビティ 9 a 内に磁石材料成形用粉末 3 が充填された金型 7 は、第 1 のベルトコンベア 1 から第 2 のベルトコンベア 2 に移し換えられる。

次に、第 2 のベルトコンベア 2 に移し換えられた金型 7 は、第 1 図  
5 に示したように、第 2 のベルトコンベア 2 上を、キャビティ 9 a の延在方向に矢印 a に沿って移動し、第 1 のシリンダ 1 5 と対応する位置に到達すると、図示していないピンまたはブロック状の位置決め治具に押し当てられて停止する。第 1 のシリンダ 1 5 が動作を開始してピ  
10 ストンが伸長することにより、停止した金型 7 を両案内板 1 3、1 4 に沿ってキャビティ 9 a の延在方向と交る方向に矢印 b で示すように押し出し、両加圧シリンダ 1 7、1 8 を結ぶ線上まで移動させる。

次いで、両加圧シリンダ 1 7、1 8 が動作を開始してピストンが伸  
長し、ピストンが金型 7 を構成する両パンチ 1 1 の押圧部 1 1 a を両  
側からそれぞれ押圧して、成形部 1 1 b をキャビティ 9 a 内で互いに  
15 接近する矢印 c、d 方向に移動させ、成形部 1 1 b の端面同士を所定の間隔を介して対向させる。この時、キャビティ 9 a 内の磁石材料成形用粉末 3 は所定の力でプレスされた状態となる。そして、この状態で両コイル 2 1、2 2 が作動し、磁石材料成形用粉末 3 に加圧方向と  
直交する方向の磁場がかけられて配向が行われる。

20 磁石材料成形用粉末 3 に対する配向が終了すると、両コイル 2 1、2 2 は動作を停止し、さらに、逆磁界をかけ脱磁を施した後、両加圧シリンダ 1 7、1 8 のピストンが収縮して元の位置に戻り金型 7 から離反する。すると、第 2 のシリンダ 1 6 が動作を開始してピストンが伸長することにより金型 7 の位置に到達し、詳述はしないが例えばピ  
25 ストンの先端に設けられた真空吸着パッド等で金型 7 の台枠 8 の側面を吸着した後、矢印 e のようにピストンが収縮して元の状態に戻り、

吸着が解除されることにより、金型 7 を第 4 のベルトコンベア 5 上に  
移し変える。

第 4 のベルトコンベア 5 に移し変えられた金型 7 は、第 1 図に示す  
ように、第 4 のベルトコンベア 5 上を、第 2 のベルトコンベア 2 上と  
5 は逆に矢印 f 方向に沿って移動する。

第 4 のベルトコンベア 5 上を矢印 f 方向に移動した金型 7 は、第 6  
図 (B) に示した第 3 のベルトコンベア 4 上に移し変えられ、後段の  
工程が実施される。すなわち、第 6 図 (B) に示したように、矢印 e  
で示す位置において、金型 7 の蓋部材 10 が取りはずされた後、矢印  
10 f で示す位置において、キャビティ 9 a 内から永久磁石成形品 6 が取  
り出される。そして、矢印 g で示す位置において、キャビティ 9 a 内  
等、金型 7 の清掃が行われた後、この金型 7 は第 6 図 (A) に示す第  
1 のベルトコンベア 1 上に再び戻され順次循環される。一方、キャビ  
ティ 9 a から取り出された永久磁石成形品 6 は、図示はしないが焼結  
15 等の後工程が施されて永久磁石が完成する。

第 1 のベルトコンベア 1 上で前工程が行われている間、第 2 のベル  
トコンベア 2 から別の金型 7 が永久磁石成形装置の架台 12 へ供給さ  
れ、配向及びプレス加工が行われる。

金型 7 の清掃は、ダイ 9、蓋部材 10 及びパンチ 11 に付着してい  
20 る磁石材料成形用粉末 3 をブラシ、布等を用いて除去する。磁石材料  
成形用粉末 3 を除去することによって、次回の成形を行う際に金型 7  
におけるかじりを防止することができる。

また、必要に応じて、ダイ 9、蓋部材 10、パンチ 11 に離型剤を  
塗布し、さらに、必要以上に付着した離型剤を布等でふき取る。離型  
25 剤を塗布することによって、金型 7 におけるかじりを防止し、永久磁  
石成形品 6 の離型抵抗を低減することができる。

このように、この実施の形態 1 によれば、金型 7 を台枠 8、ダイ 9、蓋部材 10 および一対のパンチ 11 で構成して搬送可能とし、予め第 1 のベルトコンベア 1 上における前段の工程で、ダイ 9 のキャビティ 9 a 内に磁石材料成形用粉末 3 を充填して蓋部材 10 で閉塞した後、  
5 両加圧シリンダ 17、18 が配設される位置に、第 2 のベルトコンベア 2 及び第 1 のシリンダ 15 を介して搬送し、両加圧シリンダ 17、18 により金型 7 の両パンチ 11 を、互いに接近する方向に移動させてキャビティ 9 a 内の磁石材料成形用粉末 3 をプレス加工するとともに、両コイル 21、22 により磁場をかけて配向を行い、永久磁石成形品 6 を成形し、第 4 のベルトコンベア 5 から第 3 のベルトコンベア 4 へ移動し、第 3 のベルトコンベア 4 上でキャビティ 9 a 内から永久磁石成形品 6 を取り出した後、金型 7 を第 1 のベルトコンベア 1 上に再び戻して順次循環するようにしているので、磁石材料成形用粉末 3 を充填している間にも、配向及びプレス加工を中断することなく行う  
10 ことができるため、生産性の向上を図ることができる。

又、キャビティ 9 a 内への磁石材料成形用粉末 3 の充填は、磁場を発生しない第 1 のベルトコンベア 1 上で行うので、磁石材料成形用粉末 3 の充填量にばらつきが発生することも無くなり、信頼性の向上を図ることもできる。

20 さらに又、加圧手段を一対の加圧シリンダ 17、18 として、簡単な構成でプレス加工を行えるようにしているので、コストの低減を図ることも可能になる。

実施の形態 2.

第 7 図はこの発明の実施の形態 2 における永久磁石成形装置の構成  
25 を示す平面図、第 8 図は第 7 図における線 VIII-VIII に沿った断面を示す断面図、第 9 図は第 7 図に示す金型の構成を示し、(A) は平面図、

(B)は正面図、第10図は第9図における線X-Xに沿った断面を示す断面図、第11図は第9図における線XI-XIに沿った断面を示す断面図である。

図において、上記実施の形態1と同様な部分は同一符号を付して説明を省略する。

この実施の形態2では、上記実施の形態1における加圧シリンダを備えておらず、加圧手段として、加圧板状部材26、27に形成された第1の案内面26a、27a及び第2の案内面26b、27bを備えている。

10 加圧板状部材26、27に形成された第2の案内面26b、27b間のガイド幅は、第1の案内面26a、27a間のガイド幅より狭幅となるように、第1の案内面26a、27aから連続的に変化している。第2の案内面26b、27bの狭幅部は、両コイル21、22の磁場の中心位置にあるように配設する。

15 また、第9図～第11図に示したように、金型23は上記実施の形態1と同様に、台枠8、ダイ9及び蓋部材10と、一端がキャビティ9aと同様の断面形状を有し、キャビティ9a内に嵌合してキャビティ9aの両端側を、それぞれせき止めるように摺動する成形部24bを有する一対のパンチ24とを備えているが、上記実施の形態1と異  
20 なり、一対のパンチ24の他端には、ローラ25が配設された押圧部24aを有する。押圧部24aは台枠8上及び台枠8の両部材8a、8b間を摺動し、キャビティ9aの延在方向に案内されるように構成されている。

第2のベルトコンベア2上を搬送される金型23の両ローラ25は  
25 相対向し、両ローラ25の相反する側の両外周面が、第1の案内面26a、27aの距離と同距離だけ離れているときに、成形部24b端

面間の距離が第 11 図の 1 (エル) で示す成形される永久磁石成形品 6 の長さ寸法よりも大きくなるようにしている。また、両ローラ 25 の相反する側の両外周面間の距離が、第 2 の案内面 26 b、27 b 間の距離と同じになったときに、成形部 24 b 端面間の距離が第 11 図 5 の 1 (エル) で示す永久磁石成形品 6 の長さ寸法と同じになるようにしている。

次に、上記のように構成される実施の形態 2 における永久磁石成形装置の動作を図に基づいて説明する。

まず、上記実施の形態 1 と同様に、前段の工程でキャビティ 9 a 内に磁石材料成形用粉末 3 が充填された金型 23 は、第 1 のベルトコンベア 1 から第 2 のベルトコンベア 2 に移し換えられる。そして、第 7 図に示すように、第 2 のベルトコンベア 2 上を、キャビティ 9 a の延在方向に矢印 a に沿って移動し、第 1 のシリンダ 15 と対応する位置に到達し、図示していない位置決め治具に押し当てられて停止する。すると、第 1 のシリンダ 15 が動作を開始してピストンが伸長することにより、停止した金型 23 を両板状部材 26、27 の各第 1 の案内面 26 a、27 a に沿って、キャビティ 9 a の延在方向と交わる方向に矢印 b で示すように押し出す。

そして、金型 23 の各ローラ 25 の位置が両板状部材 26、27 の各第 2 の案内面 26 b、27 b に到達すると、第 2 の案内面 26 b、27 b 間の間隔が第 1 の案内面 26 a、27 a 間の間隔より幅狭になっているため、両パンチ 24 はローラ 25 を介して互いに接近する方向に矢印 c、d で示すように押圧され、各成形部 24 b がキャビティ 9 a 内を移動して端面同士が所定の間隔に対向する。この時、キャビティ 9 a 内の磁石材料成形用粉末 3 は、所定の力でプレスされた状態となる。そして、この状態で両コイル 21、22 が作動し、磁石材料

成形用粉末 3 にプレスに加圧方向と直交する方向の磁場がかけられて配向が行われる。

配向が終了すると両コイル 2 1、2 2 は動作を停止し、さらに、逆磁界をかけて脱磁を施した後、第 2 のシリンダ 1 6 が動作を開始して  
5 ピストンが伸長し、金型 2 3 の位置に到達する。そして、詳述はしないが、例えば、ピストンの先端に設けた真空吸着パッド等で金型 2 3 の台枠 8 の側面を吸着した後、矢印 e で示すようにピストンが収縮して元の状態に戻り真空吸着パッドの吸着が解除されることにより、金型 2 3 は第 4 のベルトコンベア 5 上に移し換えられ、第 4 のベルトコンベア 5 上を矢印 f に沿って移動する。そして、上記実施の形態 1 と  
10 同様に、第 3 のベルトコンベア 4 上における後段の工程でキャビティ 9 a 内から永久磁石成形品 6 が取り出され、図示はしないが焼結等の後工程が施されて永久磁石が完成する。

金型 2 3 はキャビティ 9 a 内から永久磁石成形品 6 が取り出され、  
15 清掃が行われた後、第 1 のベルトコンベア 1 上に再び戻して順次循環する。第 1 のベルトコンベア 1 上で前工程が行われている間、第 2 のベルトコンベア 2 から別の金型 2 3 が永久磁石成形装置の架台 1 2 へ供給され、配向及びプレス加工が行われる。

このように、この実施の形態 2 によれば、金型 2 3 を台枠 8、ダイ  
20 9、蓋部材 1 0 及び一対のパンチ 2 4 で構成して搬送可能とし、予め第 1 のベルトコンベア 1 上における前段の工程で、ダイ 9 のキャビティ 9 a 内に磁石材料成形用粉末 3 を充填して蓋部材 1 0 で閉塞した後、この金型 2 3 を第 2 のベルトコンベア 2 及び第 1 のシリンダ 1 5 を介して両板状部材 2 6、2 7 間に搬送し、幅狭とした第 2 の案内面 2 6  
25 b、2 7 b 間に供給することにより、金型 2 3 の両パンチ 2 4 を互いに接近する方向に移動させて、キャビティ 9 a 内の磁石材料成形用粉



末 3 をプレス加工するとともに、両コイル 2 1、2 2 により磁場をかけて配向を行い、永久磁石成形品 6 を成形するようにし、第 4 のベルトコンベア 5 から第 3 のベルトコンベア 4 へ移動し、第 3 のベルトコンベア 4 上でキャビティ 9 a 内から永久磁石成形品 6 を取り出した後、  
5 金型 7 を第 1 のベルトコンベア 1 上に再び戻して順次循環するようにしているため、磁石材料成形用粉末 3 を充填している間にも、配向およびプレス加工を中断することなく行うことができるため、生産性の向上を図ることができる。

又、キャビティ 9 a 内への磁石材料成形用粉末 3 の充填は、磁場を  
10 発生しない第 1 のベルトコンベア 1 上で行うので、磁石材料成形用粉末 3 の充填量にばらつきが発生することも無くなるため、信頼性の向上を図ることができる。

さらに又、加圧手段を、両板状部材 2 6、2 7 の各第 2 の案内面 2 6 b、2 7 b とし、金型 2 3 を各第 2 の案内面 2 6 b、2 7 b に案内  
15 することにより、両パンチ 2 4 を移動させてプレス加工を行うようにしているため、加圧シリンダ等の直接パンチ 2 4 を加圧する駆動源を何ら必要とせずメンテナンスが不要となるため、さらにコストの低減を図ることが可能になる。

なお、上記実施の形態 1、2 では、第 1 図において矢印 b、e、第  
20 7 図において矢印 b、e でそれぞれ示すように、金型 7 の搬入及び搬出の方向を同方向にしているが、搬出を搬入と逆方向に行って元に戻すようにしても良い。

又、加圧手段としての加圧シリンダ 1 7、1 8、及び板状部材 2 6、  
2 7 による加圧方向が、金型 7 が搬入される方向と直交するように構成  
25 されているが、これに限定されるものではなく、加圧方向が搬入方向に一致するように構成しても同様の効果を得ることができる。

さらに又、磁場発生手段として一对のコイル 2 1、2 2 で構成した場合について説明したが、コイル 2 1、2 2 はいずれか一方のみとしてもよく、又、永久磁石で構成しても良いことは言うまでもない。  
実施の形態 3.

5 第 1 2 図はこの発明の実施の形態 3 における永久磁石成形装置の金型の構成を示す平面図、第 1 3 図は第 1 2 図における線 XIII-XIII に沿う断面を示す断面図、第 1 4 図は第 1 2 図における線 XIII-XIII に沿う断面の断面図であり、第 1 3 図における構成と異なる構成を示している。

10 図において、上記実施の形態 1 におけると同様な部分は同一符号を付して説明を省略する。

第 1 2 図及び第 1 3 図に示したように、台枠 2 8 は断面コ字状に形成され、中央部に蓋部材 1 0 によって覆われたダイ 9 が配設されている。台枠 2 8 の両側面に係合溝 2 8 a、2 8 b が形成されている。係  
15 合部材 2 9 は蓋部材 1 0 を保持するように台枠 2 8 上に配設されている。係合部材 2 9 の両端には台枠 2 8 の両側面に沿ってそれぞれ折曲された折曲部 2 9 a、2 9 b があり、その先端に、係合突起 2 9 c、2 9 d がそれぞれ形成されている。係合突起 2 9 c、2 9 d は台枠 2  
8 の両係合溝 2 8 a、2 8 b と係合し、両係合溝 2 8 a、2 8 b と共  
20 に係合部 3 0 を構成している。そして、この係合部材 2 9 は係合部 3 0 を介して台枠 2 8 上を、キャビティ 9 a の延在方向に摺動可能となっている。

このように、この実施の形態 3 によれば、係合部 3 0 を介して台枠  
2 8 上をキャビティ 9 a の延在方向に摺動可能な係合部材 2 9 により  
25 蓋部材 1 0 を保持するようにしているので、蓋部材 1 0 を着脱する場合、係合部材 2 9 をキャビティ 9 a の延在方向に移動させるだけで着

脱が可能となるため、磁石材料成形用粉末 3 をキャビティ 9 a へ充填する工程及び永久磁石成形品 6 をキャビティ 9 a からの取り出す工程が容易となり、生産性の向上を図ることができる。

5      なお、第 1 3 図の構成では係合部 3 0 を、台枠 2 8 の両係合溝 2 8 a、2 8 b 及び係合部材 2 9 の両係合突起 2 9 c、2 9 d で構成するようにしているが、第 1 4 図に示したように、係合突起 2 9 c、2 9 d に代えて、折曲部 2 9 a、2 9 b の先端に枢着されたローラ 3 1 を配しても良く、ローラ 3 1 により係合部材 2 9 の摺動がスムーズとなり、さらに蓋部材 1 0 の着脱が容易となる。

10      実施の形態 4.

第 1 5 図はこの発明における実施の形態 4 の永久磁石成形装置における金型の係合部材の動作を示す図である。

図において、上記実施の形態 3 におけると同様な部分は同一符号を付して説明を省略する。

15      第 1 5 図 (A) に示したように、この実施の形態では、上記実施の形態 3 における係合部材 2 9 を、キャビティ 9 a の延在方向に 2 分割して一对の係合部材 3 2、3 3 で形成している。係合部材 3 2、3 3 の相対向する側の側面にそれぞれ面取り部 3 2 a、3 3 a が形成されており、第 1 5 図 (B) に示したように、これら各面取り部 3 2 a、  
20      3 3 a 間に、押圧部材 3 4 をそれぞれ押入することにより、両係合部材 3 2、3 3 間が押し開かれ、第 1 5 図 (C) のように、蓋部材 1 0 上部が開口されるようになっている。

このように、この実施の形態 4 によれば、2 分割された一对の係合部材 3 2、3 3 で蓋部材 1 0 を保持するようにしているので、両係合  
25      部材 3 2、3 3 間を押し開き、台枠 2 8 の両側に移動させるだけで蓋部材 1 0 の着脱が可能となり、上記実施の形態 3 におけると同様、生

産性の向上を図ることができる。

実施の形態 5.

第 1 6 図はこの発明の実施の形態 5 における永久磁石成形装置の要部を示す断面図、第 1 7 図及び第 1 8 図は第 1 6 図の構成における動作を説明する断面図、第 1 9 図は永久磁石成形装置の金型を示す平面図 (a)、正面図 (b) 及び側面図 (c) である。

図において、上記実施の形態 1 におけると同様な部分は同一符号を付して説明を省略する。

第 1 6 図に示したように、この実施の形態 5 では、コイル 2 1、2 2 を巻回した強磁性体からなるヨーク 3 5 を設け、各ヨーク 3 5 を架台 1 2 に固定したエアーシリンダ 3 6 で上下に動かすことができるようにしている。

次に、上記のように構成されるこの実施の形態 5 における永久磁石成形装置の動作を図に基づいて説明する。

上記実施の形態 1 と同様、前段の工程でキャビティ内に磁石材料成形用粉末 3 が充填された金型 7 は各ベルトコンベアで搬送され、第 1 7 図 (a) に示したように、中心がヨーク 3 5 の中心に位置するように供給される。

この実施の形態 5 で用いる金型 7 は、上記実施の形態 3 及び 4 のような蓋部材をダイに加圧する係合部材を必要としない。

次に、第 1 7 図 (b) に示したように、各エアーシリンダ 3 6 を動作させて各ヨーク 3 5 で金型 7 を挟み込み、コイル 2 1、2 2 によって配向磁場を発生させる。

この配向磁場を発生したとき、各ヨーク 3 5 間に吸引力が発生し、金型 7 のダイと蓋部材との合わせ面が加圧されるとともに、金型 7 内にある磁石材料成形用粉末は配向磁場によって配向される。

各エアーシリンダ 3 6 は各ヨーク 3 5 を持ち上げることができる程度の能力を有するものであればよく、油圧シリンダのように大きな力を発生するような機器は必要としない。

次に、配向磁場を発生させた状態で、第 1 8 図 (a) に示したように、加圧シリンダ 1 7、1 8 を矢印の方向に作動させてパンチ 1 1 を加圧し、パンチ 1 1 により金型 7 内にある磁石材料成形用粉末を圧縮し、成型体が形成される。

金型 7 は、第 1 9 図に示したように、ダイ 9 と蓋部材 1 0 との合わせ面の一部に 0.01 mm ~ 0.1 mm 程度の隙間 3 7 を設けている。

隙間 3 7 から、金型 7 内や磁石材料成形用粉末の隙間に残っていた空気あるいは不活性ガス等の気体がスムーズに排出される。気体が金型 7 内や磁石材料成形用粉末の隙間に残留している場合には、気体が圧縮され、パンチ 1 1 による加圧が解放された時に圧縮された気体が膨張する等のために成形した永久磁石成型体にクラックが発生するが、隙間 3 7 を設けることによって、金型 7 内の気体がスムーズに排出されるので、クラック等の欠陥がない永久磁石成型体を得られる。

次に、第 1 8 図 (b) に示したように、加圧シリンダ 1 7、1 8 を矢印で示す逆方向に作動させ、パンチ 1 1 に加えた圧力を解放する。このとき、永久磁石成型体に加えられた加圧力（残留応力）は若干解放されるが、ヨーク 3 5 によって金型 7 は加圧されたままであるので、金型 7 のキャビティ 9 a 内の壁面と成型体との摩擦のため、ほとんどの残留応力を残したままの状態である。

次に、コイル 2 1、2 2 が発生する配向磁場を切り、エアーシリンダ 3 6 によってヨーク 3 5 を矢印で示す上下方向に移動させる。このとき、金型 7 の蓋部材 1 0 とダイ 9 に加えられていた加圧力が解放されると同時に永久磁石成型体内の残留応力が均一に解放されるので、

クラックや欠け等の欠陥が発生しにくい。

次に、上記実施の形態 1 と同様、第 3 のベルトコンベア上における後段の工程でキャビティ内から永久磁石成形品が取り出され、図示はしないが焼結等の後工程が施されて永久磁石が完成する。

- 5      このように、この実施の形態 5 によれば、ヨーク 3 5 が金型 7 に密着するので配向磁場が大きく、均一になる。

- 又、ヨーク 3 5 間に金型 7 を供給し、コイル 2 1, 2 2 の配向磁場でヨーク 3 5 間に吸引力を発生させて金型 7 を加圧するようにしたので、金型 7 の蓋部材をダイに押しつける油圧シリンダ等の大型の機器、  
10      あるいは金型 7 を加圧するための複雑な構造物を不要にすることができ  
る。

又、配向磁場を切り、金型 7 に対するヨーク 3 5 の加圧力を解放すると同時に、金型 7 内の永久磁石成型体に残留応力が均一に解放されるので、クラックや欠け等の欠陥が発生しにくくなる。

- 15      なお、この実施の形態 5 において一対のヨーク 3 5 それぞれにコイル 2 1, 2 2 を巻回した場合を示したが、一対のヨーク 3 5 のいずれか一方のみに設けるようにしてもよい。

- また、上記実施の形態 1, 2 及び 5 でパンチを駆動する駆動源として加圧シリンダを用いる例を示したが、加圧シリンダに代えてモータ  
20      を使用してもよい。

#### 産業上の利用可能性

この発明は、例えば、モータ等の回転電動機に使用する永久磁石の製造に用いられるものである。

## 請 求 の 範 囲

1. 所望の断面形状を有し磁石材料成形用粉末が充填されるキャビ  
5 ティが表面所定の方に溝状に延在して形成されたダイ、上記キャビ  
ティを覆うように上記ダイの合わせ面に合わせられた蓋部材、及び上  
記キャビティと同様の断面形状を有し、上記キャビティ内に嵌合して  
上記キャビティの両端側をせき止めるように配置され接離する方向に  
摺動可能な一对のパンチを具備するとともに、搬送可能な金型と、  
10 上記キャビティ内に上記磁石材料成形用粉末が充填されて搬送され  
た金型を保持し、上記両パンチを駆動させることにより上記両パンチ  
同士を接近する方向に摺動させ上記磁石材料成形用粉末を加圧する加  
圧手段と、  
上記キャビティ内で加圧される磁石材料成形用粉末に上記加圧方向  
15 と直交する方向に磁場をかけながら配向を行う磁場発生手段とを備え  
たことを特徴とする永久磁石成形装置。  
2. 上記磁場発生手段は、上記金型の蓋部材上面及びダイ下面側に  
配設された一对のヨークと上記ヨークの少なくとも一方に巻回された  
コイルとを備え、上記ヨークは上記金型の蓋部材及びダイの上記合わ  
20 せ面方向に移動可能であることを特徴とする請求項 1 記載の永久磁石  
成形装置。  
3. 上記一对のヨークは上記コイルが作動したときに相互に吸引さ  
れ、上記蓋部材及びダイを挟み込んで上記合わせ面を加圧することを  
特徴とする請求項 2 記載の永久磁石成形装置。  
25 4. 上記金型は、上記合わせ面の一部に 0.01 ~ 0.1 mm の隙  
間を有することを特徴とする請求項 1 記載の永久磁石成形装置。

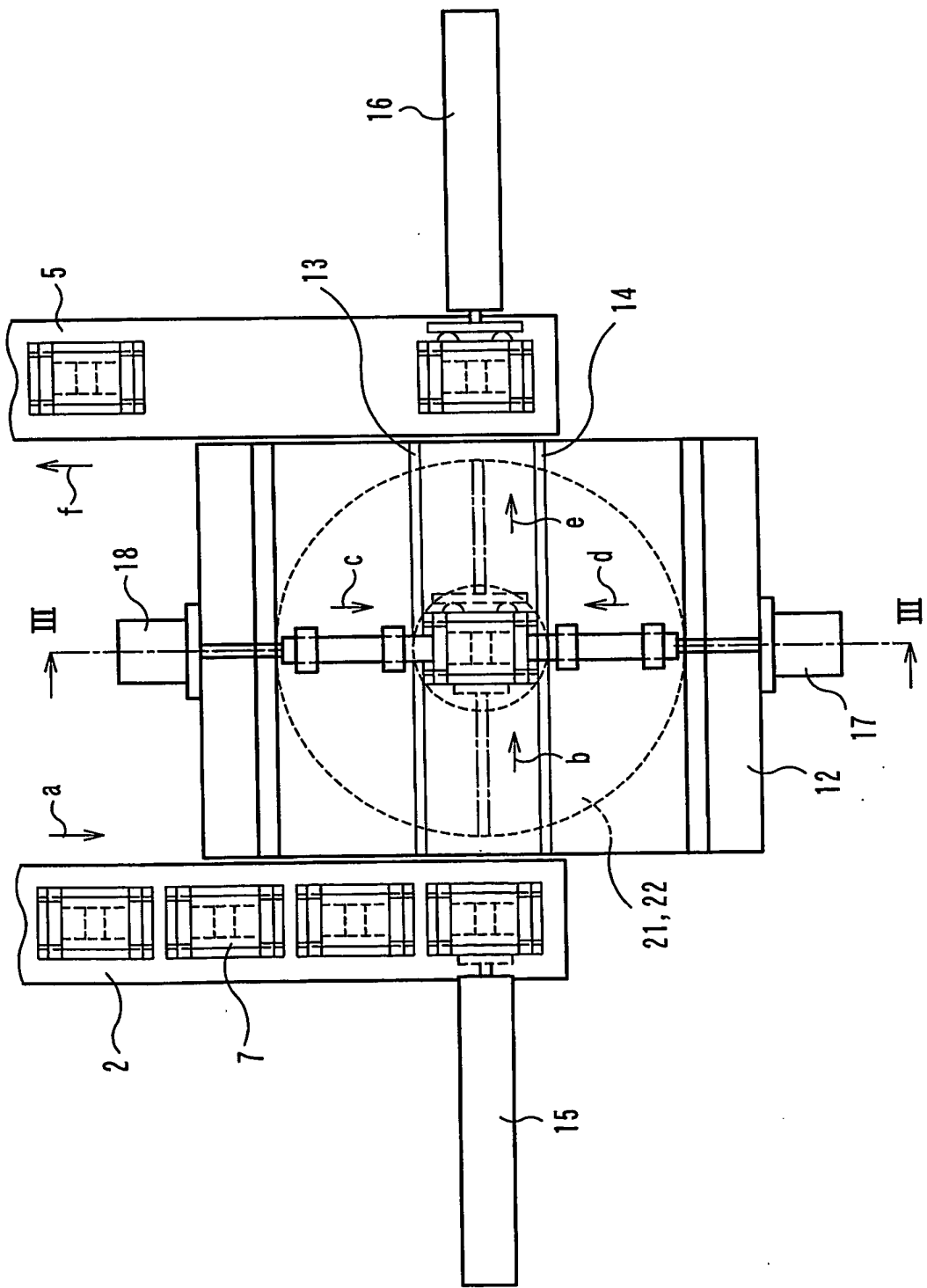
5. 上記金型は、上記ダイを配設する台枠を備え、上記一对のパンチは、一端側に上記加圧手段によって押圧されて上記台枠上を上記キャビティの延在方向に摺動案内される押圧部を有することを特徴とする請求項1記載の永久磁石成形装置。
- 5 6. 上記加圧手段は、上記キャビティの延在する方向に配置され、上記パンチの押圧部の端面と対向してピストンが突出することにより上記押圧部を押圧し上記パンチを互いに接近する方向に摺動させる一对のシリンダであることを特徴とする請求項5記載の永久磁石成形装置。
- 10 7. 上記台枠に係合する係合部材を有し、上記係合部材はキャビティの延在方向に摺動可能に係合され、上記蓋部材は上記台枠と上記係合部材との係合部を介して上記ダイに押しつけられ、保持されていることを特徴とする請求項5記載の永久磁石成形装置。
8. 上記係合部材は摺動方向に2分割されていることを特徴とする
- 15 請求項7記載の永久磁石成形装置。
9. 上記金型は、上記ダイを配設する台枠を備え、上記一对のパンチは、一端側に上記加圧手段によって押圧されて上記台枠上を上記キャビティの延在方向に摺動案内される押圧部を有し、上記押圧部は回転可能に配置されたローラを備えたことを特徴とする請求項1記載の
- 20 永久磁石成形装置。
10. 上記加圧手段は、上記ローラを案内する第1の案内面とこの第1の案内面に連続して形成された第2の案内面とを有し、上記第2の案内面間の距離が上記第1の案内面間の距離よりも小さく、上記第2の案内面が上記ローラを押圧して上記パンチを互いに接近する方向
- 25 に摺動させることを特徴とする請求項9記載の永久磁石成形装置。
11. 上記台枠に係合する係合部材を有し、上記係合部材はキャビ



ティの延在方向に摺動可能に係合され、上記蓋部材は上記台枠と上記係合部材との係合部を介して上記ダイに押しつけられ、保持されていることを特徴とする請求項 9 記載の永久磁石成形装置。

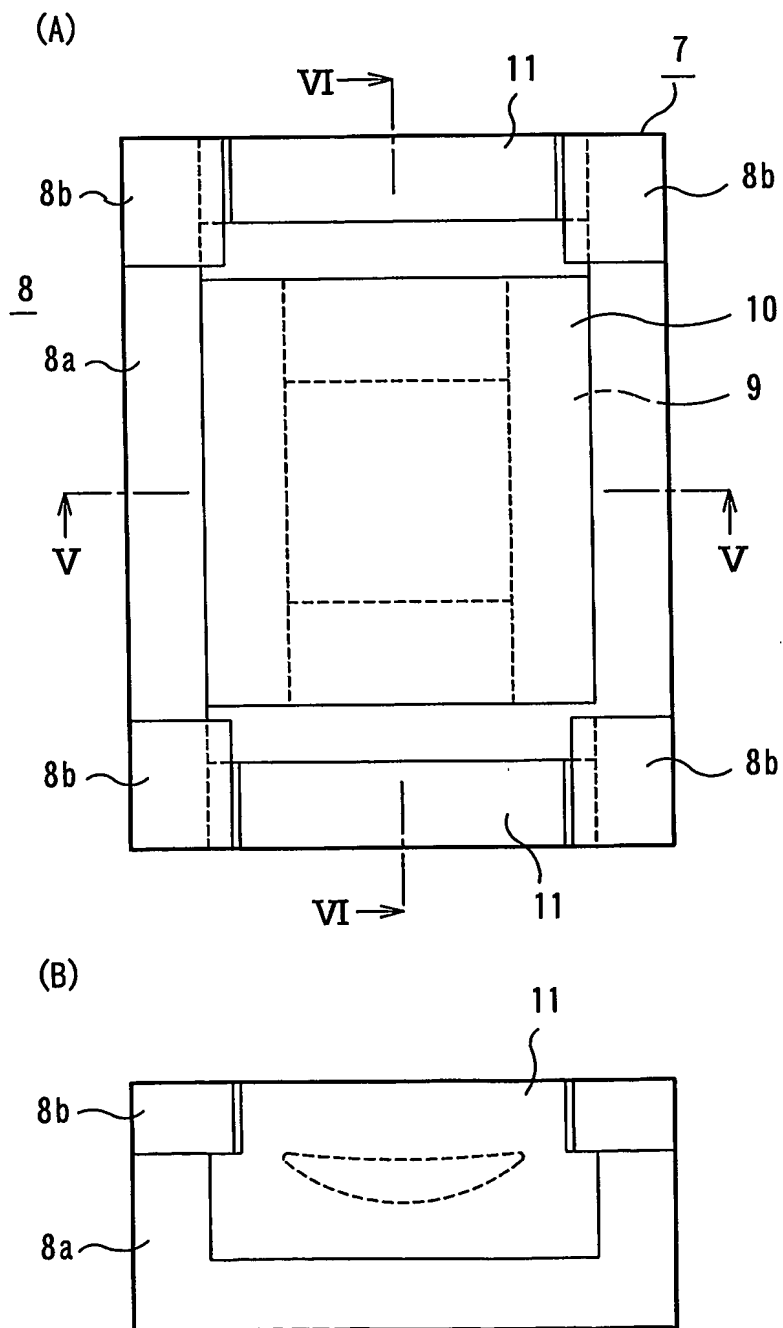
12. 上記係合部材は摺動方向に 2 分割されていることを特徴とする請求項 11 記載の永久磁石成形装置。
- 5

第 1 図

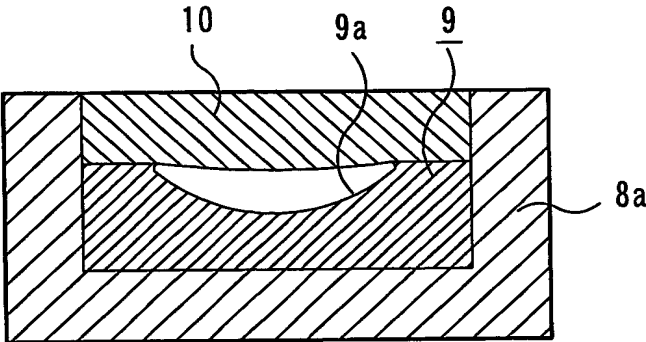


2 / 1 6

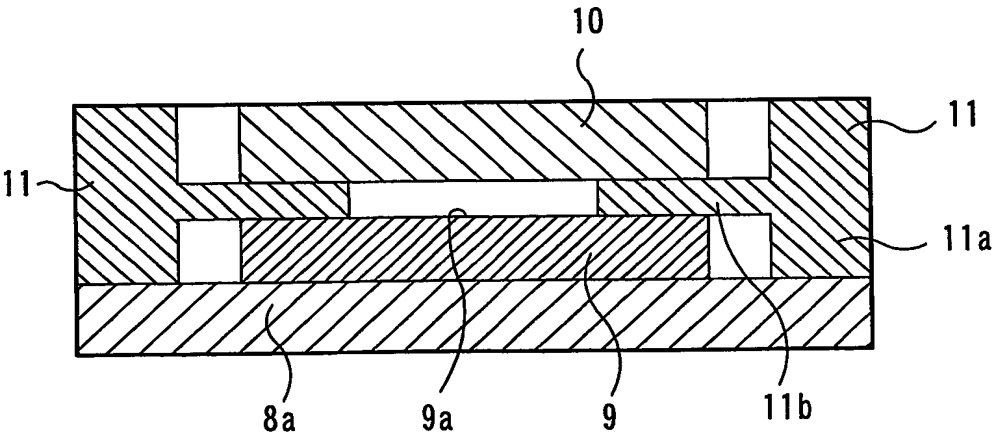
第 2 図



第 3 图

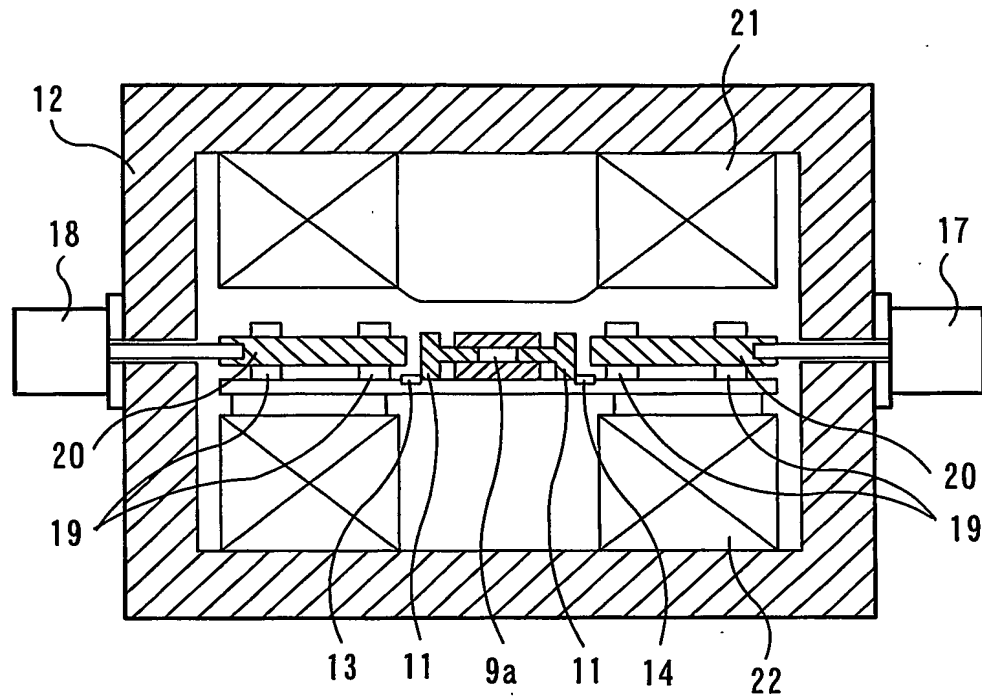


第 4 图



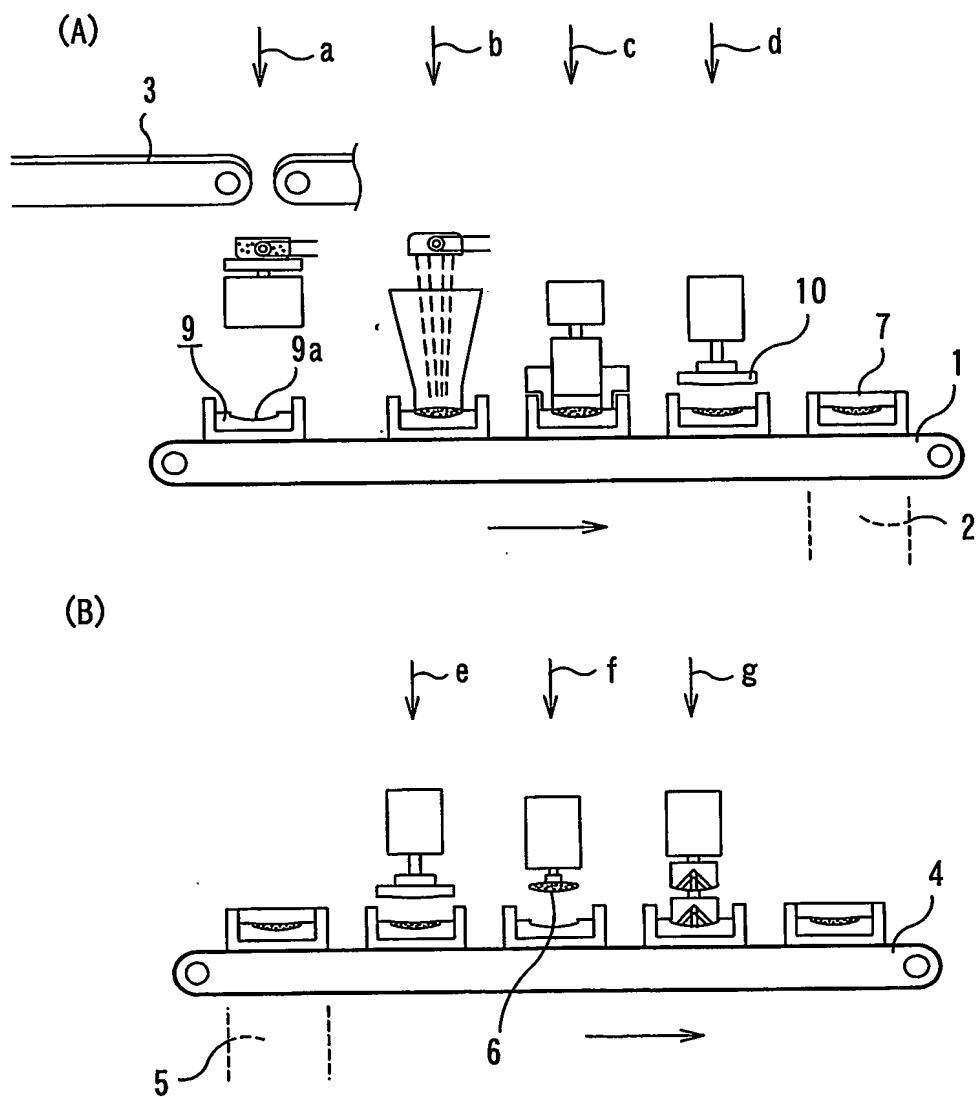
4 / 1 6

第 5 図

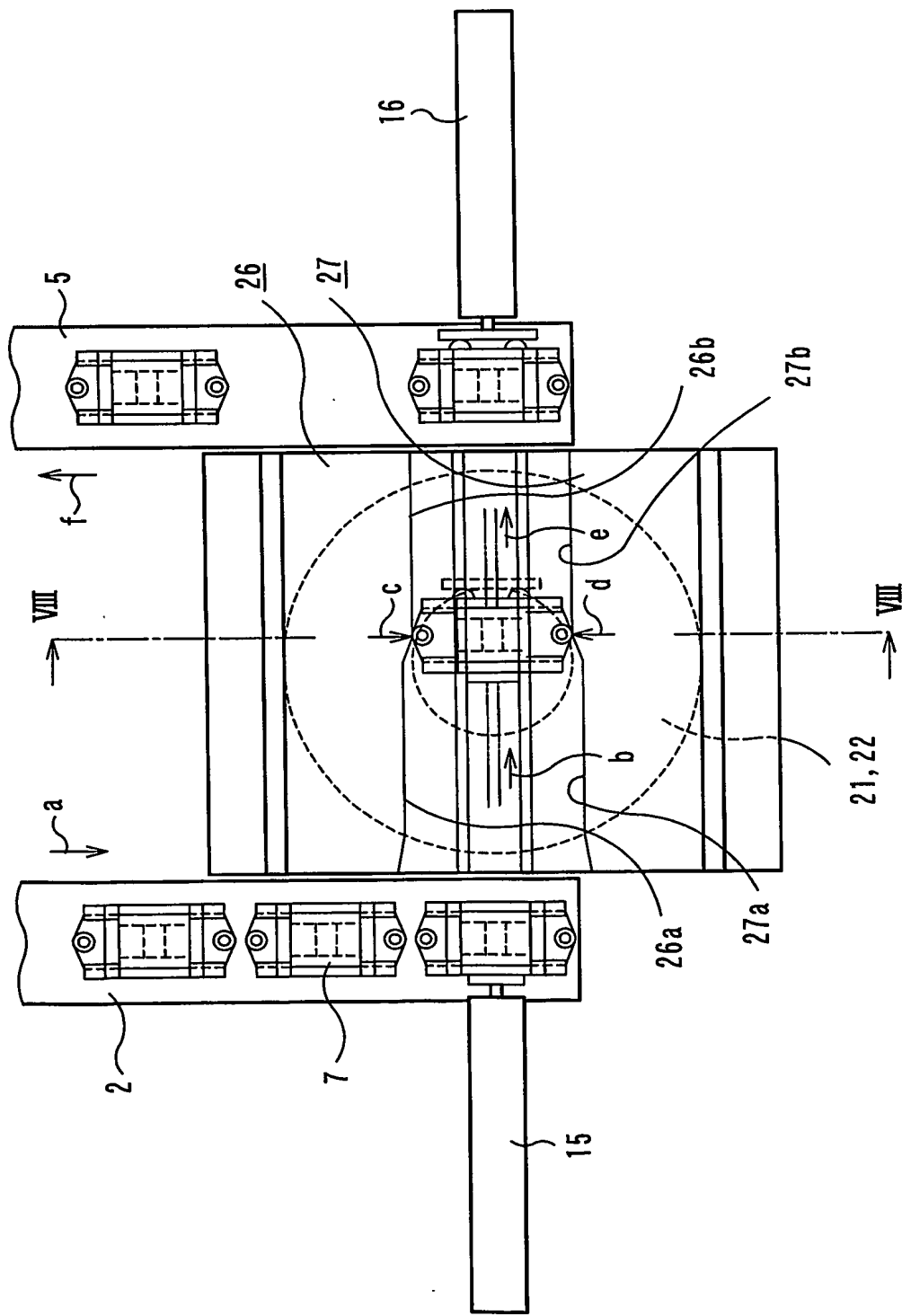


5 / 1 6

第 6 図

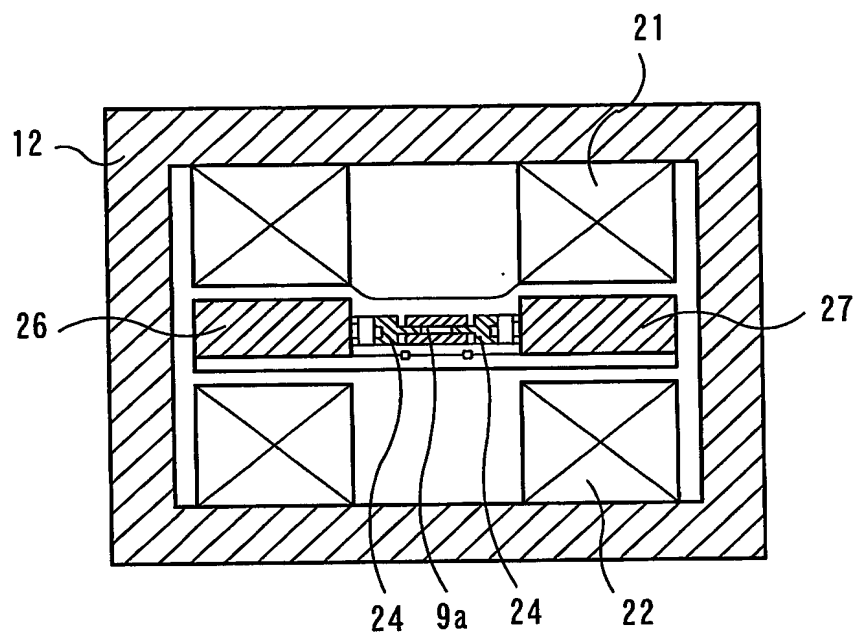


第 7 図



7 / 16

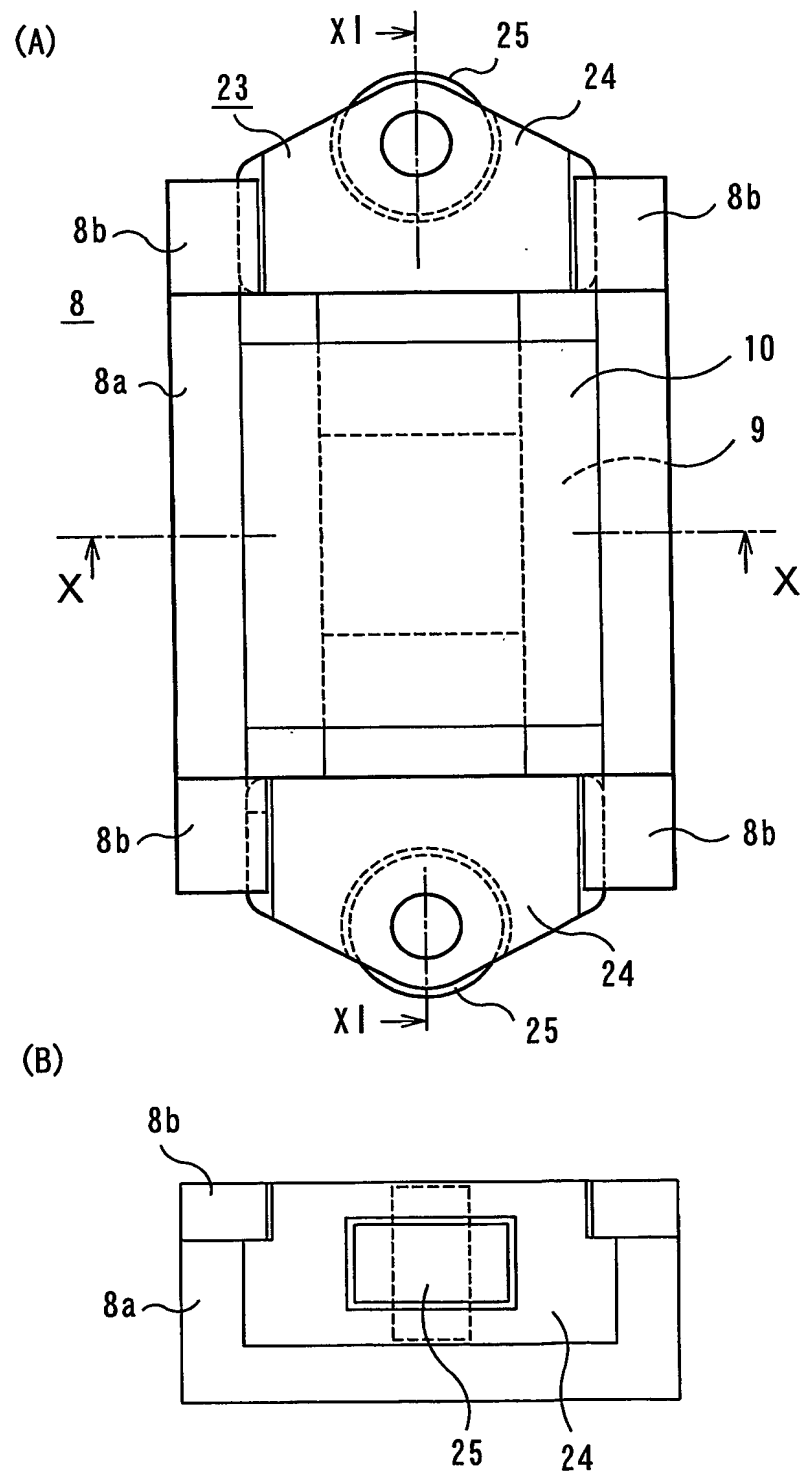
第 8 図





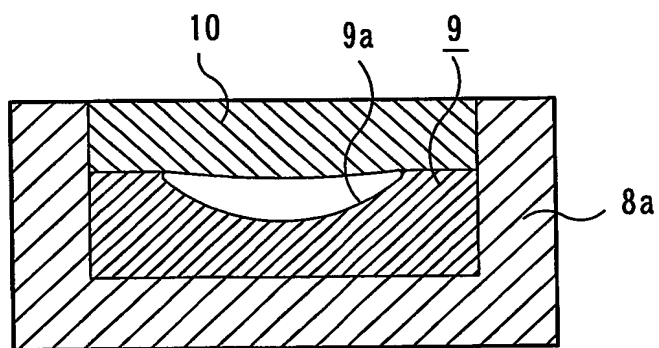
8 / 1 6

第 9 図

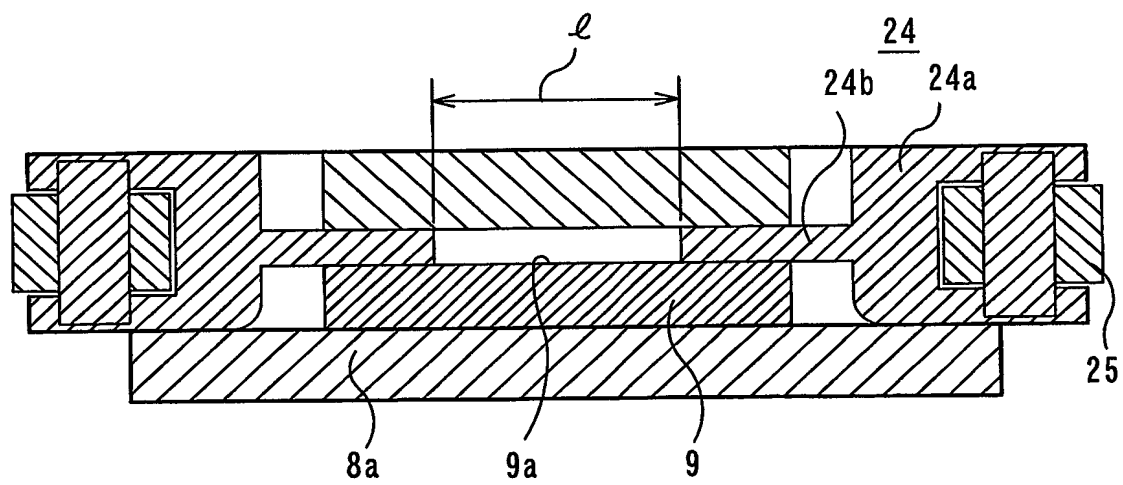


9 / 1 6

第 1 0 図

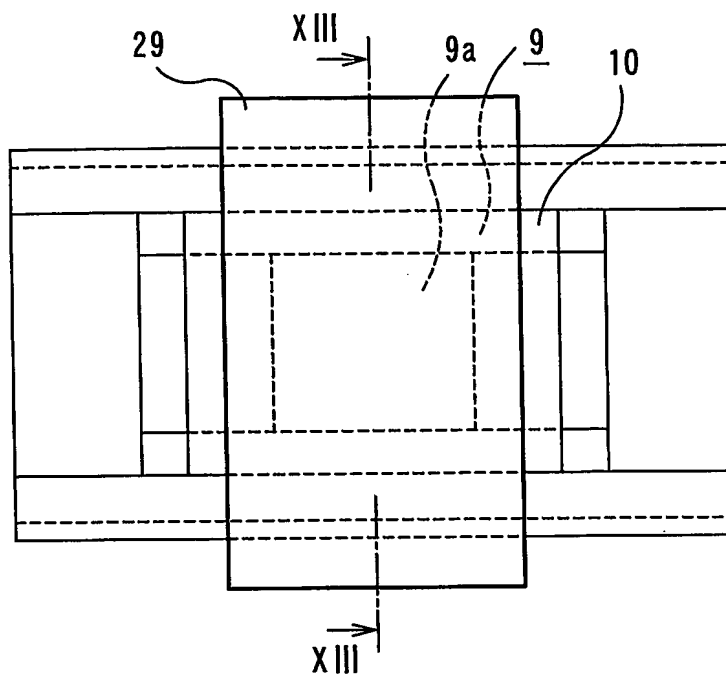


第 1 1 図

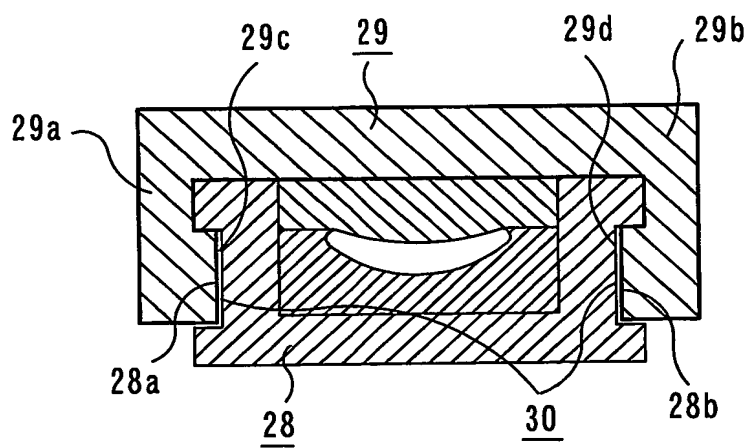


10/16

第 1 2 図

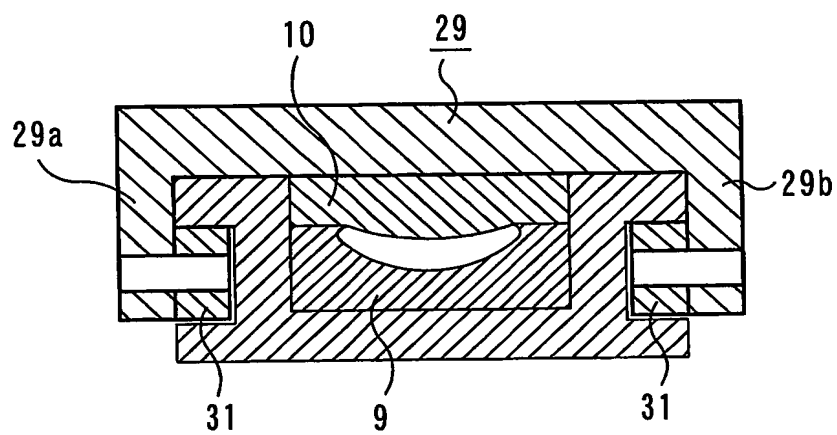


第 1 3 図

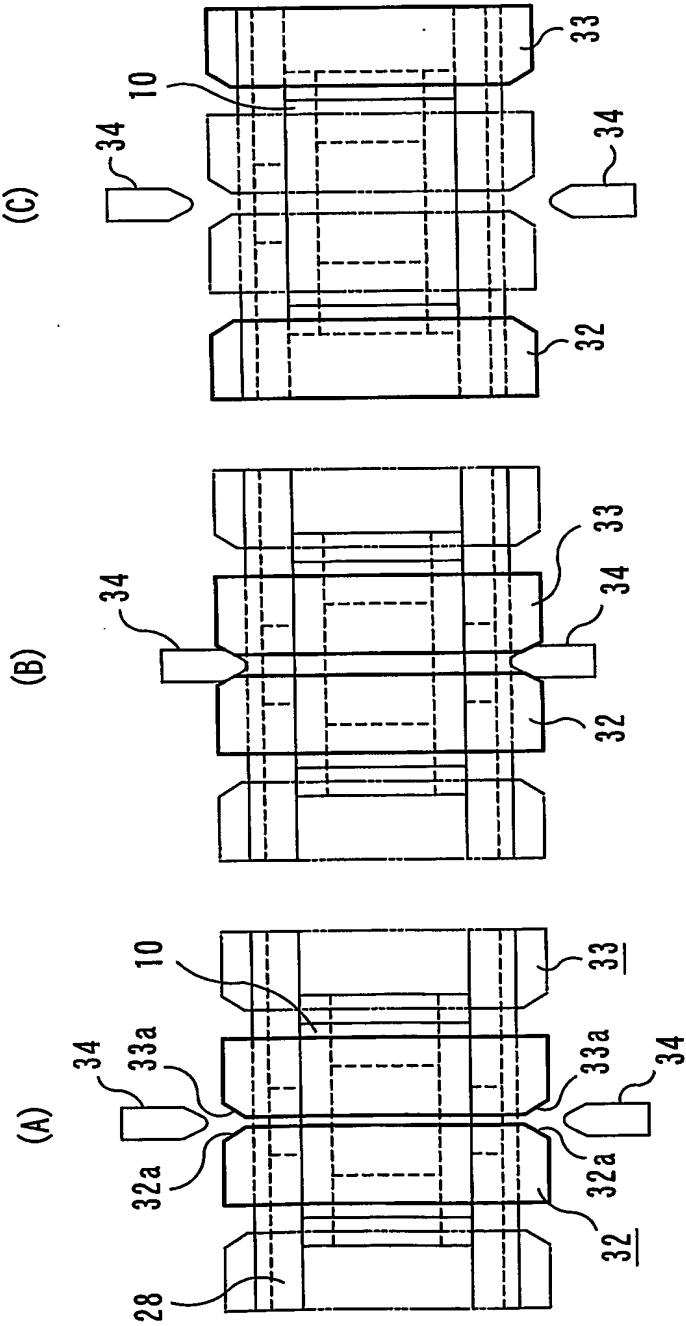


11/16

第 1 4 図

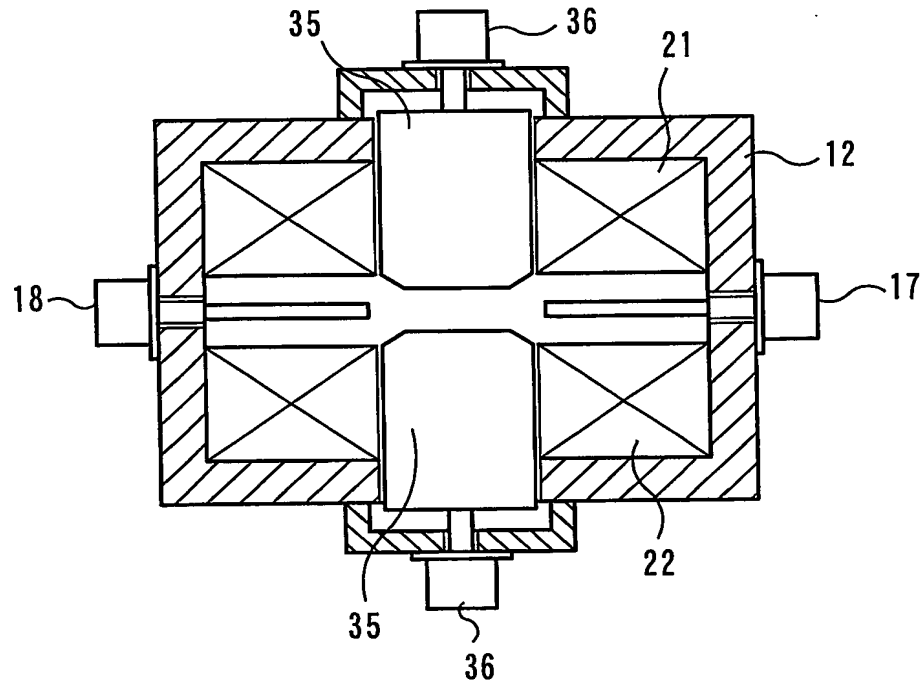


第 1 5 图



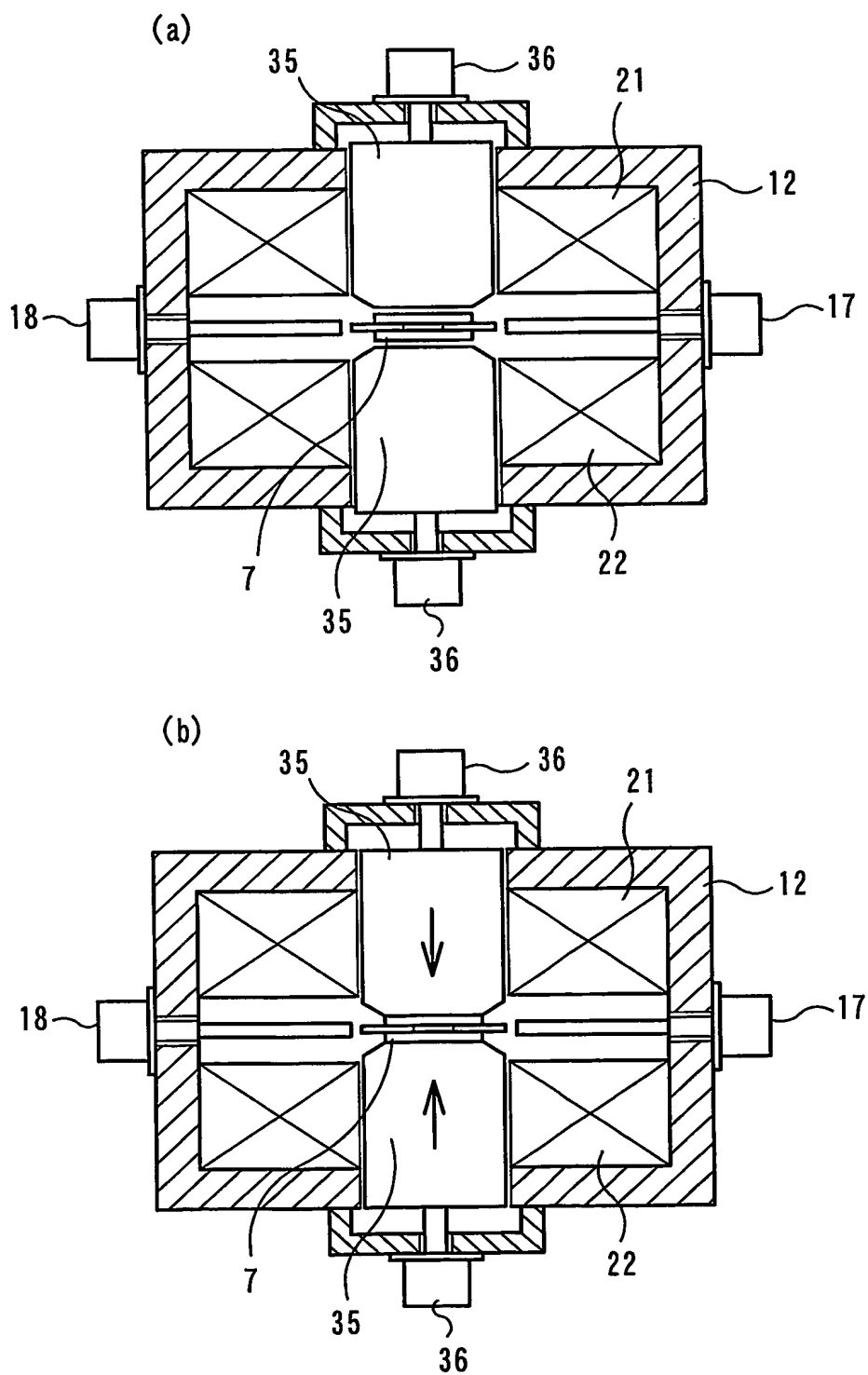
13 / 16

第 16 图



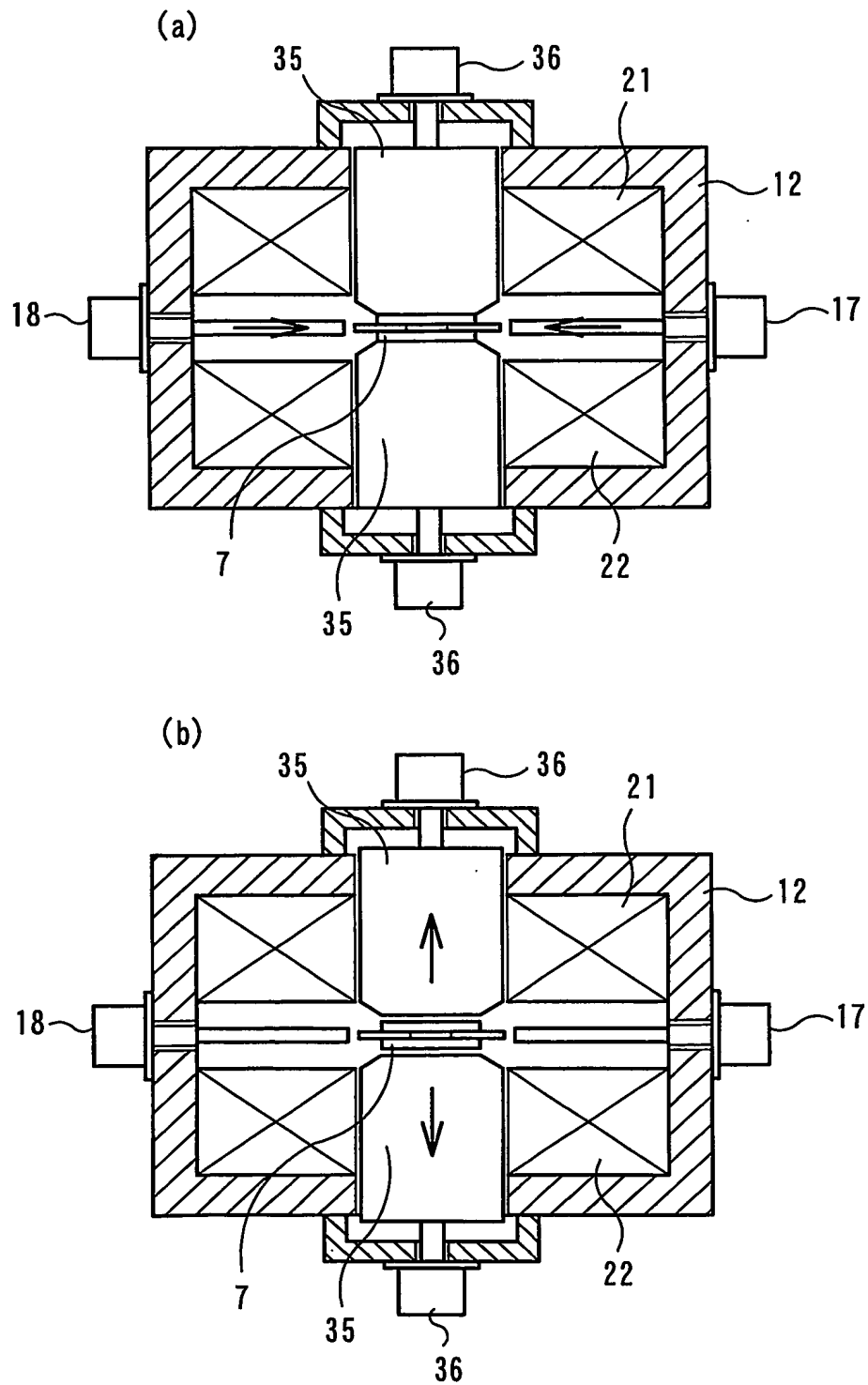
14/16

第 17 図



1 5 / 1 6

第 18 図





16 / 16

第 19 图

